



AUSLEGESCHRIFT

1266 997

Nummer: 1 266 997
 Aktenzeichen: R 27572 IX b/42 k
 Anmeldetag: 16. März 1960
 Auslegungstag: 25. April 1968

1

Zum rationellen Auswuchten großer Stückzahlen von gleichartigen Umlaufkörpern sind bereits Einrichtungen bekannt, bei denen automatisch auf dem Umlaufkörper die Lage der Unwucht durch eine Funkenentladung markiert wird, die entweder an der Stelle, an der sich die Unwucht befindet, oder an einer dagegen um einen vorgegebenen Winkel verdrehten Stelle eine Marke erzeugt. Bei einer anderen bekannten Einrichtung wird an der Stelle, an welcher sich die Unwucht befindet, eine numerische Angabe der Unwucht automatisch aufgebracht. Sie dient in erster Linie dem Auswuchten von Automobilrädern. Es wird dann das aufgedruckte Ausgleichsgewicht an der Stelle des Aufdruckes von Hand befestigt. Der Aufwand für die Aufbringung einer derartigen Markierung ist bedeutend.

Die Erfindung geht von einer Einrichtung zum automatischen Messen der Unwucht und Markieren der Unwuchtlage und Unwuchtgröße an Umlaufkörpern aus. Sie besteht darin, daß eine Marke in einem der Unwuchtgröße proportionalen Abstand von einer Ausgangsmarke (Unwuchtlage oder einer anderen markanten Stelle des Umlaufkörpers) angebracht wird. Der technische Aufwand für eine derartige Markierung der Unwuchtgröße als der Abstand zweier Marken ist, insbesondere wenn elektrische Hilfsmittel benutzt werden, verhältnismäßig gering, da hinzu kommt, daß eine verhältnismäßig große Genauigkeit in der Wiedergabe der Meßwerte erreicht wird.

Für die Markierung der Meßwerte auf dem auszuwuchtenden Körper bei der Einrichtung nach der Erfindung kommen verschiedene Wege in Frage. Es läßt sich, wie es an sich schon bekannt ist, die Markierung durch eine Funken- oder Lichtbogenentladung vornehmen. Ein besserer Weg ist es, mit der Oberfläche des auszuwuchtenden Umlaufkörpers eine Elektrode in Berührung zu bringen, die mit einem Elektrolyten benetzt ist, der bei einem Stromdurchgang eine Verfärbung der Oberfläche des Umlaufkörpers erzeugt. Hierzu kann z. B. die Elektrode mit einer Filzschicht, die mit dem Elektrolyten benetzt ist, belegt werden.

Als Ort für die Aufbringung der Markierung sind insbesondere die Wellenenden des Umlaufkörpers geeignet. Die Markierung kann entweder direkt auf den Endflächen der Welle aufgebracht werden oder aber auf den zylindrischen Mänteln der Wellenenden.

Die Lage der Unwucht wird am einfachsten unmittelbar durch die Lage eines entsprechenden Striches markiert. Jedoch ist es manchmal zweckmäßig, wenn eine Versetzung um einen vorgegebenen

Einrichtung zum automatischen Messen der Unwucht und Markieren der Unwuchtlage und Unwuchtgröße an Umlaufkörpern

Anmelder:

Dr. Reutlinger & Söhne,
 6100 Darmstadt, Riedstr. 6

Als Erfinder benannt:

Wolf-Dieter Reutlinger, 6100 Darmstadt

2

festen Winkel erfolgt, wie dies an sich schon bekannt ist, damit nicht der Ausgleich an derselben Stelle erfolgen muß, an der die Markierung liegt.

Für die Festlegung der Größe der Unwucht ist es am einfachsten, wenn die zugehörige Marke gegenüber der Lagemarkierung um einen Winkel versetzt ist, welcher der Größe der Unwucht entspricht. Es ist aber auch möglich, die Größe der Unwucht z. B. durch eine Markierung vorzunehmen, die gegenüber dem Wellenende axial versetzt ist, und den Abstand zwischen der Markierung und dem Wellenende als Maß für die Größe der Unwucht zu nehmen. Prinzipiell kann auch durch derartige in axialer Richtung verlaufende Maßstäbe die Lage der Unwucht festgelegt werden, jedoch würde dies nur in Ausnahmefällen Vorteile mit sich bringen.

Mit besonderem Vorteil können nach der Erfindung markierte Umlaufkörper bei Einrichtungen zum automatischen Ausgleich der Unwucht angewendet werden. Bei derartigen Einrichtungen wurden bisher die gemessenen Werte für Unwuchtlage und Unwuchtgröße in der Maschine gespeichert und die Ausgleichseinrichtungen von diesen gespeicherten Werten gesteuert. Diese Speicherung in der Ausgleichsmaschine entfällt, und die Steuerung der Ausgleichseinrichtung wird wesentlich vereinfacht, wenn die Umlaufkörper mit Markierungen für die Lage und die Größe der Unwucht gemäß der Erfindung versehen sind. Es braucht dann nur der Umlaufkörper nach Einführung in die Ausgleichseinrichtung langsam gedreht und in der für den Ausgleich richtigen Lage arretiert zu werden und eine Abtasteinrichtung für die Größe der Unwucht in Richtung der Unwuchtgrößtenmarke so lange bewegt werden, bis sie die Markierung für die Größe der Unwucht erfaßt hat, während mit dieser Bewegung die Arbeits-

bewegung für das Werkzeug zum Ausgleich der Unwucht gekuppelt ist. Mit Vorteil erfolgt dabei die Abtastung der Markierung auf optischem Wege.

Die Erfindung sei nachstehend an Hand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit einer Einrichtung für den automatischen Ausgleich der Unwucht beschrieben.

Bei dem auszuwuchtenden Körper handle es sich um den Rotor eines Elektromotors, der etwa die in A b b. 2 dargestellte Gestalt haben möge. Der Rotor ist in der Einrichtung zur Messung der Unwucht, in der er zunächst automatisch durch übliche Greifeinrichtungen oder durch entsprechende Maschinenelemente eingebracht sein kann, in üblicher Weise an den beiden Wellenenden gelagert und in Umlauf versetzt.

In A b b. 1 ist mit 1 die linke Meßstelle und mit 2 die rechte Meßstelle als Querschnitt durch das Wellenende dargestellt. Die auftretenden Schwingungen werden von elektrischen Gebern 3 und 4 aufgenommen und in elektrische Schwingungen verwandelt. Diese werden zunächst, wie dies bei der Unwuchtmessung allgemein üblich ist, einer Einrichtung 5 zur Restmomentenausschaltung zugeführt. Die dadurch auf die Ausgleichsebene reduzierten Meßwerte werden einem Schalter 6 zugeleitet, der die Umschaltung auf den linken (Stellung L) und rechten (Stellung R) Geber durchführt. Es folgt dann, wie ebenfalls bei der Unwuchtmessung bekannt, ein Filterkreis 7, der die von den elektrischen Gebern 3 und 4 abgegebenen Wechselströme von Oberwellen befreit und sie in sinusförmige Ströme verwandelt. Hinter dem Filter 7 ist ein Schalter 8 in den Stromkreis eingeschaltet, der betätigt wird, sobald der Umlaufkörper die für die Messung vorgeschriebene Geschwindigkeit erreicht hat, um dann die Markierung der Meßwerte durchzuführen. Diese Markierung erfolgt für die Lage und für die Größe auf zwei ringförmig auf den Wellenenden nebeneinanderliegenden Bahnen, und zwar derart, daß die Markierung der Lage um 90° gegen die wahre Lage der Unwucht versetzt ist und daß der Winkel zwischen der Lagemarkierung und der Größenmarkierung ein Maß für die Unwucht ist. Der obere von den beiden Stromkreisen, in die sich nunmehr die vom Filter abgegebene Sinusschwingung aufteilt, dient der Lagemarkierung. Zunächst werden in üblicher Weise in dem Impulsformer 9 die Sinusschwingungen in eine entsprechende zeitliche Folge von steilen Impulsen umgeformt, bei denen die Impulse den Augenblick angeben, in dem die Unwucht dem gerade eingeschalteten Meßwertgeber 3 oder 4 gegenüberliegt. Zur Erzeugung eines kräftigen Stromstoßes, der dann die Markierung durchführt, dient das Thyatron 10, an dessen Gitter die Ausgangsspannung des Impulsformers 9 liegt. Zwischen der Kathode des Thyatrons und Masse, die mit dem negativen Pol der Anodenspannung für das Thyatron verbunden ist, liegt ein Widerstand 11, während zwischen dem positiven Pol der Anodenspannung und der Anode der Widerstand 12 liegt. Die Anode ist noch durch den Kondensator 13 mit Masse und damit mit dem negativen Pol der Anodenspannung des Thyatrons verbunden. Die Anodenspannung des Thyatrons lädt diesen Kondensator auf, und im Augenblick, in dem der Impulsformer einen Impuls abgibt, wird das Thyatron leitend, und der Kondensator entlädt sich mit einem kräftigen Stromstoß über den Widerstand 11. An dem kathodenseitigen Ende

dieses Widerstandes entsteht hierdurch ein Spannungsimpuls, der den Elektroden für die Markierung zugeführt wird, und zwar über den Schalter 14, der zweckmäßig mit dem Schalter 6 gekuppelt ist und bei der dargestellten Einschaltung des linken Meßwertgebers auch die Markierungselektrode 15 an der linken Seite des Rotors einschaltet. An der Spitze der Markierungselektrode 15 ist ein Filzstück 16 angebracht, das mit einem Elektrolyten benetzt ist, welcher auf dem Wellenende im Augenblick des Auftretens des Spannungsimpulses, wenn also die Unwucht dem Meßwertgeber 3 gegenüberliegt, eine Marke erzeugt. Dazu ist noch das Wellenende selbst mit Masse verbunden, um einen Rückfluß des Stromes zu ermöglichen, und es ist dafür gesorgt, daß der Widerstand 11 wesentlich größer ist als der Widerstand zwischen der Elektrode 15 und dem Wellenende. Bei der dargestellten Lage der Elektrode ist die Markierung für die Lage der Unwucht um 90° versetzt gegenüber der wirklichen Lage der Unwucht, und zwar je nach Drehrichtung der Welle voreilend oder nacheilend. Bei Umschaltung von Schalter 6 und 14 auf »R« = Rechts wird die Elektrode 17 an das Thyatron angeschlossen und auf dem rechten Wellenende die Markierung vorgenommen.

Mit dem unteren der beiden in A b b. 1 gezeigten Stromkreise erfolgt die Markierung der Größe der Unwucht. Hierzu wird die vom Filter 7 abgegebene Sinusspannung zunächst einer Schaltungseinrichtung 18 zugeführt, in der die Phase der Sinusspannung entsprechend der Amplitudengröße eine Verschiebung erhält. Hierfür geeignete Schaltungen sind bekannt, z. B. sogenannte Ringmodulatoren. Die nunmehr in ihrer Phase verschobene Sinusspannung wird wiederum einem Impulsformer 19 zugeführt, der genauso wie der Impulsformer 9 die Sinusspannung in sehr steile Impulse umwandelt. Diese Impulse steuern, wie schon beim Stromkreis für die Lagemarkierung beschrieben, das Thyatron 20, das beim Auftreten eines Impulses einen kräftigen Stromstoß auf die Markierelektroden für die Größe gibt. Durch den Schalter 21, der mit Schalter 6 und 14 synchron läuft, wird entweder die linke Elektrode 22 oder die rechte Elektrode 23 eingeschaltet, die neben den Elektroden 15 und 17 auf dem linken und rechten Wellenende angebracht sind. Da die auf die Elektroden 22 bzw. 23 gegebenen Stromstöße gegenüber den für die Lage maßgebenden Stromstößen um Phasenwinkel verschoben sind, welche der Größe der Amplitude entsprechen, ist der Winkel, der zwischen den von den Elektroden 15 und 17 und 22 und 23 gegebenen Markierungen besteht, ein Maß für die Größe der Unwucht.

In A b b. 2 ist gezeigt, wie sich die dadurch ergebenden Markierungen auf den Wellenenden darstellen. Links sind nebeneinander die Elektroden 15 und 22 für die Lage und die Größe der Unwucht und rechts dementsprechend die Elektroden 17 und 23 angedeutet. Die zugehörigen Markierungen sind mit 24, 25 und 26, 27 angegeben. Dabei geben die Markierungen 24 und 26 die Lage der Unwucht an, und zwar um 90° gegenüber der wahren Lage versetzt, und der Abstand a zwischen den Markierungen 24 und 25 und der Abstand b zwischen den Markierungen 26 und 27 die Größe der Unwucht wieder.

In A b b. 3 ist schematisch dargestellt, wie in verhältnismäßig sehr einfacher Weise durch diese Art der Anbringung der Markierungen auch die Steue-

rung der Ausgleichseinrichtung möglich ist. Nach der automatischen Abwicklung der Unwuchtmessung, bei der eine Programmsteuerung die einzelnen Schritte, Aufbringen des Prüflingantriebes, Einschalten der Markierungseinrichtung usw., einleitet, wird schließlich der Prüfling z. B. mit Greifern abgehoben und der Ausgleichseinrichtung zugeführt.

Der erste Schritt, der nun automatisch durchgeführt werden muß, ist, die Lage des Prüflings richtig einzustellen. Hierzu liegen die Wellenenden des Prüflings gemäß Abb. 3 in einem nach oben offenen Prisma 28 gelagert. Durch einen Motor 29 wird das Wellenende über ein Reibrad 30 langsam so lange gedreht, bis die Marke 31 für die Lage der Unwucht einem fotoelektrischen Abtastkopf 32 gegenübersteht. Sobald dieser Abtastkopf 32 die Marke 31 erfährt, wird über die Schalteinrichtung 33 der Motor stillgesetzt und durch Stromzufuhr zur Spule 34 das Lager magnetisch erregt und das Wellenende festgehalten.

Im oberen Teil der Abbildung ist getrennt der Querschnitt 35 des Rotors aufgezeichnet, in dem der Ausgleich der Unwucht erfolgt. Da die Lage der Unwucht um 90° gegen die Marke versetzt ist, erfolgt der Ausgleich durch einen entsprechend versetzten, gegen das Werkstück bewegten Fräser 36, der um einen Betrag gegen die Oberfläche des Umlaufkörpers bewegt werden muß, welche der Größe der Unwucht entspricht. Zunächst muß aber der Fräser bis zur Berührung mit der Umlaufkörperoberfläche bewegt werden. Dies geschieht, wie an sich bekannt, durch den Motor 37, welcher den Antrieb 38 für den Fräser 36 über eine Spindel 39 gegenüber der Grundplatte 40 verschiebt, und zwar so lange, bis die beiden Leitungen 41, welche mit dem Fräser und dem Rotor verbunden sind, einen Stromkreis schließen, der den Motor 37 stillsetzt. Die Arbeitsbewegung des Fräasers zur Materialwegnahme vom Rotor wird durch Verschiebung der Platte 40 nach rechts über die Zahnstange 42, in die eine Spindel 43 eingreift, bewirkt. Die Drehung der Spindel 43 erfolgt über die Welle 44 durch den Antrieb 45, der in dem Augenblick eingeschaltet wird, in dem der Fräser 36 die Oberfläche des Rotors 35 berührt. Auf der Welle 44 sitzt außerdem noch die Schnecke 46, welche gleichzeitig die Einrichtung zur Abtastung der Marke für die Unwuchtgröße betätigt. Diese Abtasteinrichtung ist auf dem Zahnrad 47 angebracht, das durch die Spindel 46 gedreht wird. Zu Beginn der Abtastbewegung befindet sich eine fotoelektrische Abtasteinrichtung 48, die ähnlich derjenigen ist, wie sie für die Abtastung der Lage der Unwucht verwendet wird, in senkrechter Stellung (gestrichelt gezeichnet). Sie wird zusammen mit der Bewegung des Fräasers in Arbeitsrichtung durch den Motor 45 so lange gedreht, bis sie in der ausgezogen dargestellten Lage gerade die Marke 49 für die Größe der Unwucht erfährt. Dann wird über die Schalteinrichtung 50 der Motor 45 stillgesetzt, und es entspricht jetzt der durchgeführte Ausgleich der Winkelversetzung der Marke 49 für die Unwuchtgröße gegenüber der Marke 31 für die Unwuchtlage. Es ist nur noch notwendig, eine rückläufige Bewegung einzuleiten, welche den Fräser aus der Bohrung hinauszieht, und den Rotor freizugeben, damit dann gegebenenfalls in einer weiteren Station der Ausgleich für die andere Seite durchgeführt werden kann. Für die Einleitung dieser Bewegung und auch der weiteren Bewegungen nach Einführung des

auszugleichenden Umlaufkörpers ist ein Programmwerk 51 vorgesehen.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die automatische Auswuchteinrichtung nur schematisch mit den für das Verständnis unbedingt notwendigen Teilen angedeutet. Die Einrichtungen, welche die automatische Zubringung und Einspannung des Rotors in die Meßeinrichtung und Weiterführung in die Ausgleichseinrichtung bewirken, sind weggelassen. Die Darstellung der Ausgleichseinrichtung ist auch insoweit weitgehend vereinfacht, als z. B. nicht dargestellt ist, daß die Abtasteinrichtungen bei der Einbringung des auszugleichenden Umlaufkörpers unter Umständen weggeschwenkt werden müssen, damit eine Einbringung überhaupt möglich ist. Es ist außerdem eine unter Umständen notwendige Steuereinrichtung nicht eingezeichnet, die dafür sorgt, daß dann, wenn der Fräser 36 die Oberfläche des Rotors 35 berührt, die optische Abtasteinrichtung 48 in die senkrechte Lage gebracht wird. Dies kann durch an sich bekannte automatische Einstelleinrichtungen verwirklicht werden. Ebenso sind etwa notwendige Rechen- und Einstellgetriebe zwischen der Abtasteinrichtung für die Unwuchtgröße und der Ausgleichseinrichtung weggelassen.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß bei der Markierung der Meßwerte, wie sie in Abb. 1 dargestellt ist, die Markierung der Lage und der Größe der Unwucht nicht unbedingt gleichzeitig durch zwei getrennte Stromkreise zu erfolgen braucht. Es kann auch zuerst die Lage gemäß dem oberen dargestellten Stromkreis markiert werden und dann in die Zuführung zum Impulsformer 9 durch einen Umschalter die Einrichtung 18 zur Phasenschiebung eingeschaltet werden und gleichzeitig der Ausgang des Thyratrons auf die Elektroden 22 bzw. 23 zur Markierung der Größe der Unwucht gegeben werden. Es werden hierdurch einige Schaltmittel eingespart, aber auch mehr Zeit für den Meßvorgang benötigt.

Die Markierung der Größe der Unwucht durch den Abstand gegenüber der Lage der Unwucht kann auch dadurch erfolgen, daß die Elektroden für die Markierung der Unwuchtgröße um einen entsprechenden Winkel gegen die feststehenden Elektroden für die Markierung der Unwuchtlage verschoben werden. Um diese Verschiebung durchzuführen, eignen sich insbesondere elektrische Nachlaufeinrichtungen, wie sie z. B. für die sogenannten Kompensationsschreiber bekannt sind, die mit sehr großer Verstellkraft eine elektrische Spannung in einen Winkelweg oder in eine gerade Verschiebung umwandeln. Auf diese Weise ist es auch möglich, die Markierung nicht als einen Winkelweg, sondern als einen axialen Abstand auf dem Wellenende oder auf einer anderen Stelle des Umlaufkörpers festzulegen.

Patentansprüche:

1. Einrichtung zum automatischen Messen der Unwucht und Markieren der Unwuchtlage und Unwuchtgröße an Umlaufkörpern, dadurch gekennzeichnet, daß eine Marke in einem der Unwuchtgröße proportionalen Abstand von einer Ausgangsmarke (Unwuchtlage oder einer anderen markanten Stelle des Umlaufkörpers) angebracht wird.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung auf den Wellenenden der Umlaufkörper erfolgt.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Marken für die Größe der Unwucht um Winkel gegenüber den zugehörigen Marken für die Lage der Unwucht versetzt sind, die der Unwuchtgröße entsprechen. 5

4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Festlegung der Meßwerte durch die axiale Verschiebung einer Marke erfolgt.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Verschiebung gegenüber dem Ende der Welle erfolgt. 10

6. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung als Verschiebung gegenüber einer Nullmarke erfolgt. 15

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung durch einen Funken oder eine Lichtbogenentladung erfolgt.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung durch eine mit einem Elektrolyten benetzte, den Umlaufkörper berührende Elektrode erfolgt, die mit einem die Markierung erzeugenden Strom beschickt wird und bei Stromdurchgang eine sichtbare Marke erzeugt. 20 25

9. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines der Unwuchtgröße entsprechenden Phasenwinkels gegenüber der Unwuchtlage der von elektrischen Meßwertgebern für die Erfassung der Unwucht abgegebene Wechselstrom einer Schaltung zur Pha-

senverschiebung zugeführt ist, bei der die Phasenverschiebung der Amplitude des zugeführten Wechselstromes entspricht und deren Ausgang die Markiereinrichtung für die Größe der Unwucht steuert.

10. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Markierung notwendigen Stromstöße durch die Steuerung eines Thyratrons erzeugt werden.

11. Einrichtung zum automatischen Ausgleich der Unwucht an gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 markierten Umlaufkörpern, dadurch gekennzeichnet, daß der Umlaufkörper nach Einführung in die Ausgleichseinrichtung langsam gedreht und in der für den Ausgleich richtigen Lage arretiert wird, daß eine Abtasteinrichtung für die Größe der Unwucht in Richtung der Unwuchtgrößenmarke so lange bewegt wird, bis sie die Markierung für die Größe der Unwucht erfaßt hat, und daß mit dieser Bewegung die Arbeitsbewegung für das Werkzeug zum Ausgleich der Unwucht gekuppelt ist.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastung der Markierung optisch erfolgt.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschrift Nr. 925 255;
USA.-Patentschriften Nr. 2 492 092, 2 748 603,
2 821 858, 2 898 764.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

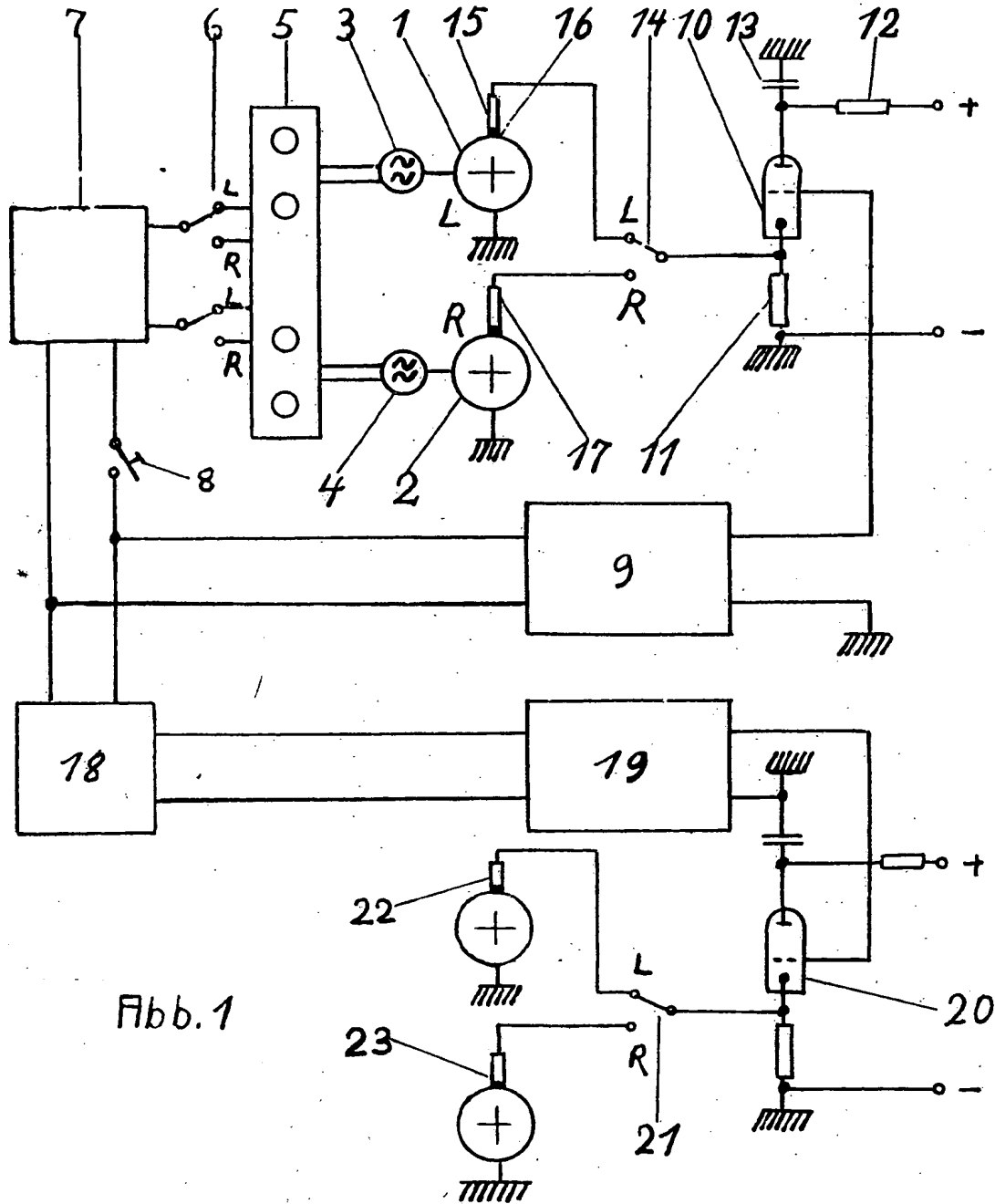


Abb. 1

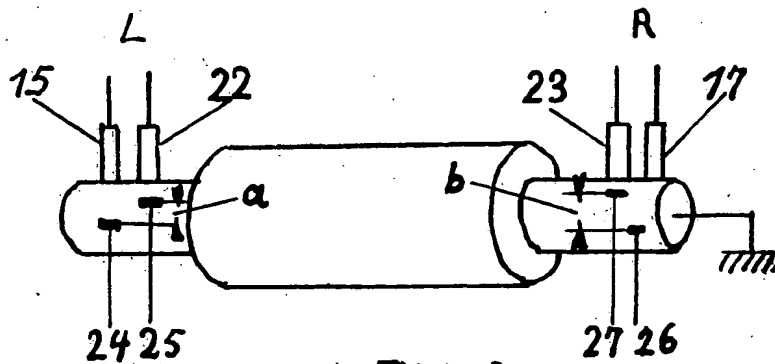


Abb. 2

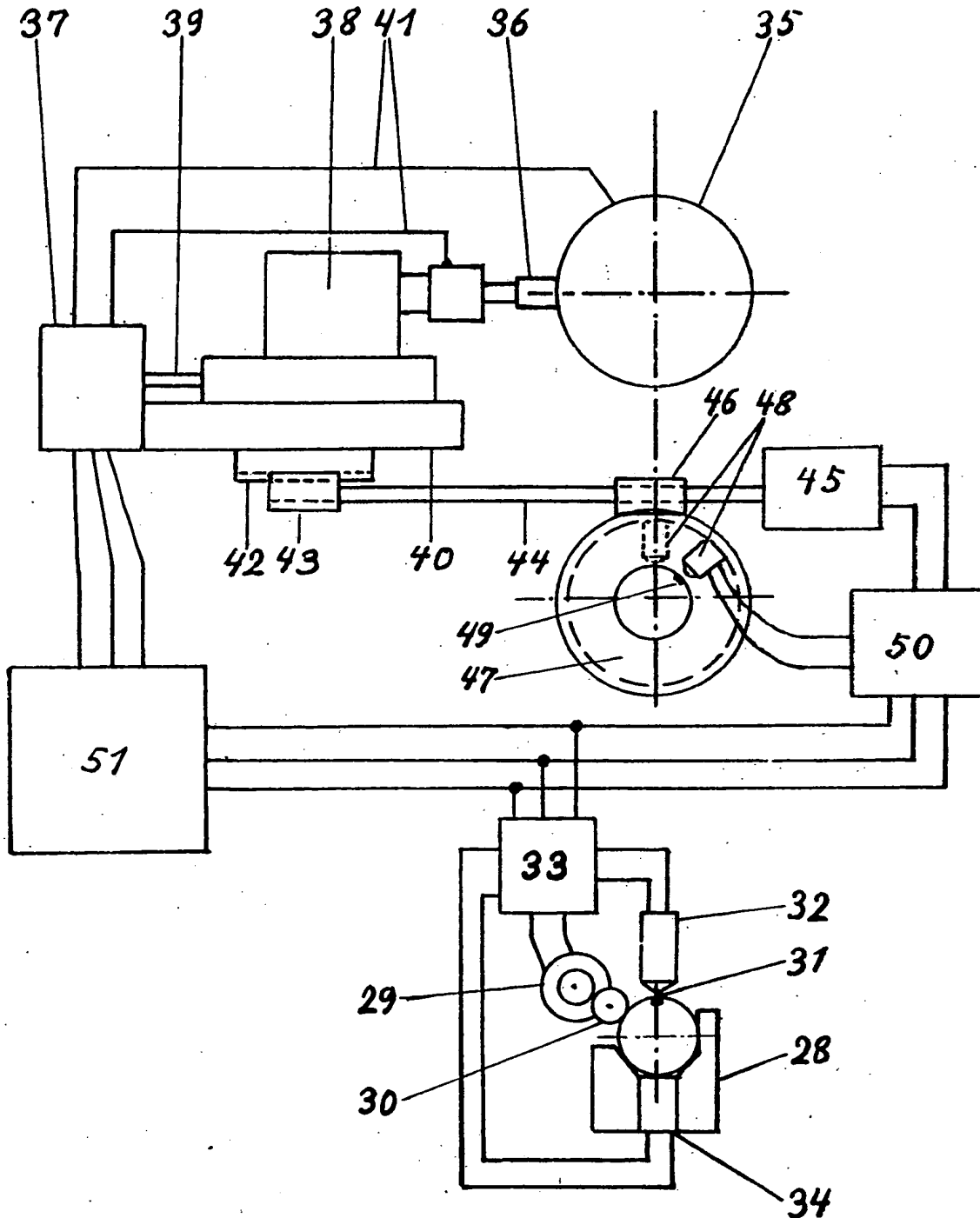


Abb. 3